

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-087892

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl.

H04R 3/04

H04R 9/06

(21)Application number : 2001-275372

(71)Applicant : KENWOOD CORP

(22)Date of filing : 11.09.2001

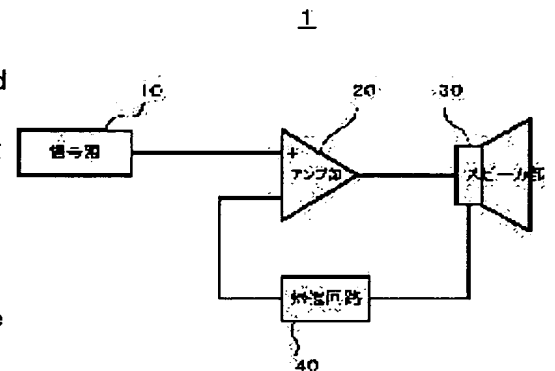
(72)Inventor : OKADA YOSHINOBU

## (54) SPEAKER, SPEAKER SYSTEM, AND SPEAKER CONTROL METHOD

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a speaker system or the like with high linearity.

SOLUTION: The speaker system 1 comprises an amplifier section 20, a speaker section 30 and a feedback circuit 40. The speaker section 30 drives its diaphragm in response to a drive signal received from the amplifier section 20. A light emitting element and a light receiving circuit to optically detect the displacement of the diaphragm are placed in the speaker section 30. The light receiving circuit detects a change in the position of the diaphragm from an emitted position of a reflected light from the light emitting element via a cap fixed to the diaphragm and converts the change into an electric signal to provide an output of the signal to the feedback circuit 40. The feedback circuit 40 generates an error signal on the basis of the electric signal and feeds it back to the amplifier section 20. The amplifier section 20 amplifies a signal corresponding to a difference between the input signal from a signal source 10 and the feedback signal from the feedback circuit 40 and supplies the amplified signal to the speaker section 30.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-87892  
(P2003-87892A)

(43) 公開日 平成15年3月20日 (2003.3.20)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I                  | テーマコード (参考)                    |
|---------------------------|-------|----------------------|--------------------------------|
| H 0 4 R 3/04<br>9/06      | 1 0 1 | H 0 4 R 3/04<br>9/06 | 1 0 1 5 D 0 1 2<br>Z 5 D 0 2 0 |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-275372(P2001-275372)

(22) 出願日 平成13年9月11日 (2001.9.11)

(71) 出願人 000003595

株式会社ケンウッド

東京都八王子市石川町2967番地3

(72) 発明者 岡田 義信

東京都渋谷区道玄坂1丁目14番6号 株式会社ケンウッド内

(74) 代理人 100095407

弁理士 木村 満

Fターム (参考) 5D012 BC06

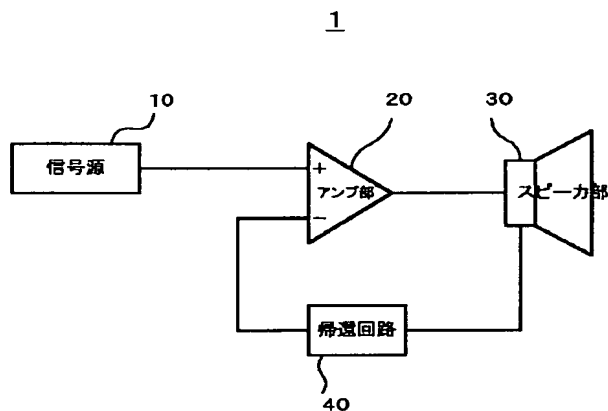
5D020 CD02 CD03

(54) 【発明の名称】 スピーカ、スピーカシステム及びスピーカ制御方法

(57) 【要約】

【課題】 高いリニアリティを有するスピーカシステム等を提供する。

【解決手段】 スピーカシステム1は、アンプ部20と、スピーカ部30と、帰還回路40とから構成される。スピーカ部30は、アンプ部20から入力される駆動信号に応答して振動板を駆動する。スピーカ部30内部に、振動板の変位を光学的に検出するための発光素子と受光回路とが配置される。受光回路は、振動板の位置の変化を、振動板に固着されたキャップを介して、発光素子の反射光の照射位置により検出し、電気信号に変換して帰還回路40に出力する。帰還回路40は、この電気信号に基づいて誤差信号を生成し、アンプ部20に帰還する。アンプ部20は、信号源10からの入力信号と帰還回路40からの帰還信号との差分に相当する信号を増幅するなどして、スピーカ部30に供給する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光ビームを出射する発光手段と、  
 スピーカ振動板の中央部付近に設けられてスピーカ振動板と共に振動し、前記発光手段からの光を反射する反射手段と、  
 前記反射手段により反射された光を検出し、スピーカ振動板の位置に対応する大きさの電圧を有する電気信号に変換する受光手段とを備える、  
 ことを特徴とするスピーカ。

【請求項 2】 前記受光手段は、  
 基準抵抗器と、  
 一端が接地され、他の一端が前記基準抵抗器の一端に接続された直流電圧源と、  
 スピーカ振動板の振動変位方向と直交する方向に設置された複数の光検出器と、  
 各前記光検出器に対応して設けられた複数の抵抗器とを備え、  
 各前記抵抗器は、各前記光検出器の設置位置に対応する順に直列接続されて、一方の端部に設けられた抵抗器が接地され、他方の端部に設けられた抵抗器が、前記基準抵抗器にて前記直流電圧源が接続されていない一端に接続され、  
 直列接続された前記複数の抵抗器と前記基準抵抗器との接続点電圧を出力する、  
 ことを特徴とするスピーカ。

【請求項 3】 前記発光手段と前記受光手段は、スピーカ振動板を駆動するための磁気回路を形成する部材に保持されている、  
 ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のスピーカ。

【請求項 4】 信号源からの信号にตอบสนองして、スピーカの振動板を駆動するための駆動信号を生成する駆動信号生成手段と、  
 前記駆動信号生成手段により生成された駆動信号を受けてスピーカの振動板を駆動する振動板駆動手段と、  
 前記振動板駆動手段により駆動されたスピーカの位置を検出するための光ビームを出射する発光手段と、  
 スピーカの振動板と共に振動して、前記発光手段からの光を反射する反射手段と、  
 前記反射手段により反射された光を検出し、振動板の位置に対応する大きさの電圧を有する電気信号に変換する受光手段と、  
 前記受光手段により生成された電気信号に基づいて、前記駆動信号生成手段が生成する駆動信号を補正するための信号を生成して前記駆動信号生成手段に供給する補正信号生成手段とを備える、  
 ことを特徴とするスピーカシステム。

【請求項 5】 前記受光手段は、  
 基準抵抗器と、  
 一端が接地され、他の一端が前記基準抵抗器の一端に接続された直流電圧源と、

スピーカ振動板の振動変位方向と直交する方向に設置された複数の光検出器と、

各前記光検出器に対応して設けられた複数の抵抗器とを備え、

各前記抵抗器は、各前記光検出器の設置位置に対応する順に直列接続されて、一方の端部に設けられた抵抗器が接地され、他方の端部に設けられた抵抗器が、前記基準抵抗器にて前記直流電圧源が接続されていない一端に接続され、

10 直列接続された前記複数の抵抗器と前記基準抵抗器との接続点電圧を前記補正信号生成手段に出力する、  
 ことを特徴とする請求項 4 に記載のスピーカシステム。

【請求項 6】 前記受光手段は、所定面積内に入射される光量に対応した大きさの電圧を有する電気信号を生成し、前記補正信号生成手段に出力する、  
 ことを特徴とする請求項 4 に記載のスピーカシステム。

【請求項 7】 信号源からの信号にตอบสนองして、スピーカの振動板を駆動するための駆動信号を生成する駆動信号生成ステップと、

20 前記駆動信号生成ステップにて生成した駆動信号によりスピーカの振動板を駆動する振動板駆動ステップと、  
 前記振動板駆動ステップにて駆動されたスピーカの位置を検出するための光ビームを出射する発光ステップと、  
 スピーカの振動板と共に振動する反射部により、前記発光ステップにて出射された光ビームを反射させる反射ステップと、

前記反射ステップにて反射された光を検出し、振動板の位置に対応する大きさの電圧を有する電気信号に変換する受光ステップと、

30 前記受光ステップにて生成した電気信号に基づいて、前記駆動信号生成ステップにて生成する駆動信号を補正するための信号を生成する補正信号生成ステップとを備える、  
 ことを特徴とするスピーカ制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、スピーカ、スピーカシステム及びスピーカ制御方法に関する。

【0002】

40 【従来の技術】 近時、MP3 等のデジタル録音方式で音楽情報を記録した CD (Compact Disk)、MD (Mini Disk)、DVD (Digital Versatile Disk) 等の記録媒体、またはデジタル TV 放送等の受信電波を信号ソースとするデジタル AV (Audio Visual) 用スピーカシステムが普及している。

【0003】 従来、汎用のスピーカシステムでは、システムへの入力信号とシステムの出力信号との間のリニアリティ (線形性) を確保するために、図 10 に示するような補正回路 (帰還回路) を使用する。即ち、アンプ部 102 の出力信号の一部を帰還回路 104 を介して、アン

ブ部102に反転入力する。これにより、主としてアンブ部102の増幅特性の非線形性に起因する非線形歪を補償(補正)できるようにする。

【0004】また、図11に示すように、スピーカ部103の出力側にマイクロホン105を配置したスピーカシステムが知られている。このスピーカシステムは、マイクロホン105によりスピーカ部103の音声出力を検出して電気信号に変換し、帰還回路104を介してアンブ部102に帰還する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術では、図10に示すような補正回路を使用したスピーカシステムによると、例えば振動板の固有振動や可動部の粘性、磁氣的歪みといった、スピーカ部103による非線形歪を補正することができない。このため、汎用のスピーカシステムよりも高精度のリニアリティを要求されるデジタルA/V用スピーカシステムに適用することができなかった。

【0006】また、図11に示すようなスピーカシステムでは、マイクロホン105が、スピーカ部103の音声出力だけでなく、配置された環境に発生するノイズを検出する。さらに、マイクロホン105の入出力特性も非線形性を有する。すなわち、帰還回路104に入力される信号は、アンブ部102及びスピーカ部103の非線形性以外に起因する成分を含むことになる。このため、信号源101からの入力信号とスピーカ部103の出力との間(システム全体として)のリニアリティを高精度に確保することが難しかった。

【0007】この発明は、上記実状に鑑みてなされたものであり、高いリニアリティを得ることができるスピーカシステム等を、提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の第1の観点に係るスピーカは、光ビームを出射する発光手段と、スピーカ振動板の中央部付近に設けられてスピーカ振動板と共に振動し、前記発光手段からの光を反射する反射手段と、前記反射手段により反射された光を検出し、スピーカ振動板の位置に対応する大きさの電圧を有する電気信号に変換する受光手段とを備える、ことを特徴とする。

【0009】前記受光手段は、基準抵抗器と、一端が接地され、他の一端が前記基準抵抗器の一端に接続された直流電圧源と、スピーカ振動板の振動変位方向と直交する方向に設置された複数の光検出器と、各前記光検出器に対応して設けられた複数の抵抗器とを備え、各前記抵抗器は、各前記光検出器の設置位置に対応する順に直列接続されて、一方の端部に設けられた抵抗器が接地され、他方の端部に設けられた抵抗器が、前記基準抵抗器にて前記直流電圧源が接続されていない一端に接続され、直列接続された前記複数の抵抗器と前記基準抵抗器

との接続点電圧を出力することが望ましい。

【0010】前記発光手段と前記受光手段は、スピーカ振動板を駆動するための磁気回路を形成する部材に保持されていることが望ましい。

【0011】本発明の第2の観点に係るスピーカシステムは、信号源からの信号に応答して、スピーカの振動板を駆動するための駆動信号を生成する駆動信号生成手段と、前記駆動信号生成手段により生成された駆動信号を受けてスピーカの振動板を駆動する振動板駆動手段と、前記振動板駆動手段により駆動されたスピーカの位置を検出するための光ビームを出射する発光手段と、スピーカの振動板と共に振動して、前記発光手段からの光を反射する反射手段と、前記反射手段により反射された光を検出し、振動板の位置に対応する大きさの電圧を有する電気信号に変換する受光手段と、前記受光手段により生成された電気信号に基づいて、前記駆動信号生成手段が生成する駆動信号を補正するための信号を生成して前記駆動信号生成手段に供給する補正信号生成手段とを備える、ことを特徴とする。

【0012】前記受光手段は、基準抵抗器と、一端が接地され、他の一端が前記基準抵抗器の一端に接続された直流電圧源と、スピーカ振動板の振動変位方向と直交する方向に設置された複数の光検出器と、各前記光検出器に対応して設けられた複数の抵抗器とを備え、各前記抵抗器は、各前記光検出器の設置位置に対応する順に直列接続されて、一方の端部に設けられた抵抗器が接地され、他方の端部に設けられた抵抗器が、前記基準抵抗器にて前記直流電圧源が接続されていない一端に接続され、直列接続された前記複数の抵抗器と前記基準抵抗器との接続点電圧を前記補正信号生成手段に出力することが望ましい。

【0013】あるいは、前記受光手段は、所定面積内に入射される光量に対応した大きさの電圧を有する電気信号を生成し、前記補正信号生成手段に出力してもよい。

【0014】本発明の第3の観点に係るスピーカ制御方法は、信号源からの信号に応答して、スピーカの振動板を駆動するための駆動信号を生成する駆動信号生成ステップと、前記駆動信号生成ステップにて生成した駆動信号によりスピーカの振動板を駆動する振動板駆動ステップと、前記振動板駆動ステップにて駆動されたスピーカの位置を検出するための光ビームを出射する発光ステップと、スピーカの振動板と共に振動する反射部により、前記発光ステップにて出射された光ビームを反射させる反射ステップと、前記反射ステップにて反射された光を検出し、振動板の位置に対応する大きさの電圧を有する電気信号に変換する受光ステップと、前記受光ステップにて生成した電気信号に基づいて、前記駆動信号生成ステップにて生成する駆動信号を補正するための信号を生成する補正信号生成ステップとを備える、ことを特徴とする。

## 【0015】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態に係るスピーカシステム等について、以下図面を参照して説明する。

【0016】本発明の実施の形態に係るスピーカシステム1の全体構造を図1に示す。図1に示すように、スピーカシステム1は、信号源10からの入力信号にตอบสนองして音声を出力するためのものであり、アンプ部20と、スピーカ部30と、帰還回路40とから構成される。

【0017】アンプ部20は、減算回路、電力増幅器等を備えて構成される。アンプ部20は、非反転入力端にて信号源10からの入力信号を受け、反転入力端にて帰還回路40からの帰還信号を受ける。アンプ部20は、信号源10からの入力信号と帰還回路40からの帰還信号との差分に相当する信号を増幅するなどして、スピーカ部30に供給する。

【0018】スピーカ部30は、電気信号を機械的振動に変換して音声を出力するためのものであり、例えば図2に示すように、フレーム31と、振動板32と、ダンパ33と、磁石34と、センターポール35と、キャップ36と、ボイスコイル37と、発光素子38と、受光回路39とを備えている。

【0019】振動板32は、例えば紙等を用いて略円錐形状（コーン形状）に形成され、空気振動を発生させて音波を放射するためのものである。振動板32は、その周縁部分が、エッジ部材等を介してフレーム31により支持されている。また、振動板32は、中央部に孔を有しており、キャップ36が嵌合されて取り付けられている。

【0020】ダンパ33は、ボイスコイル37が巻回されたキャップ36を、振動自在としてフレーム31に保持するためのものである。

【0021】磁石34は、円環状の駆動用マグネットであり、ボイスコイル37との間に働く電磁力により、振動板32を駆動するためのものである。

【0022】センターポール35は、例えば強磁性体等から構成され、磁石34と共に磁気回路を形成して、ボイスコイル37との間に電磁力を生じさせるためのものである。ここで、センターポール35は、キャップ36と同軸に調整され、発光素子38と受光回路39とを所定位置に保持する。

【0023】キャップ36は、振動板32の中央部に設けられた孔に嵌合され、その側壁にボイスコイル37が巻回される。また、キャップ36の内面は、例えば鏡面処理が施されて略半球状に形成され、発光素子38により照射された光線を、減衰、散乱することなく反射させる。

【0024】ボイスコイル37は、その両端がアンプ部20に接続され、磁石34とセンターポール35の間に設けられたギャップにおける磁界と、アンプ部20から供給された電流とにより発生した電磁力を受け、キャッ

プ36が固着された振動板32を振動変位方向であるx方向に駆動して、音波を放射させる。

【0025】発光素子38は、例えばLED（Light Emitting Diode）あるいはレーザ発光体等から構成され、所定波長の光を発してキャップ36の内面に照射する。

【0026】受光回路39は、キャップ36の内面にて反射された反射光を受光するためのものである。図3は、受光回路39の構成の一例を示す図である。

【0027】図3に示すように、受光回路39は、例えば、直流電圧源 $V_{DD}$ と、基準抵抗器 $R_0$ と、複数の光検出器 $Q_1 \sim Q_n$ （ $n$ は任意の自然数）と、抵抗器 $R_1 \sim R_n$ とを備えて構成される。

【0028】直流電圧源 $V_{DD}$ は、例えば負極が接地され、正極が基準抵抗器 $R_0$ の一端に接続されている。各光検出器 $Q_1 \sim Q_n$ は、例えばエミッタが接地されたフォトトランジスタ等から構成され、振動板32の振動変位方向であるx方向に直交するx'方向に並ぶように設置されている。各抵抗器 $R_1 \sim R_n$ は、各光検出器 $Q_1 \sim Q_n$ に対応して設けられ、各光検出器 $Q_1 \sim Q_n$ の設置位置に対応する順に直列接続されている。すなわち、抵抗器 $R_k$ （ $k: 1 \sim n-1$ ）は、一端が抵抗器 $R_{k-1}$ に接続され、他の一端が抵抗器 $R_{k+1}$ に接続されている。また、抵抗器 $R_k$ と抵抗器 $R_{k-1}$ との接続点には、例えばフォトトランジスタである光検出器 $Q_k$ のコレクタが接続されている。ここで、抵抗器 $R_1$ の一端は、基準抵抗器 $R_0$ にて直流電圧源 $V_{DD}$ が接続されていない一端に接続されている。抵抗器 $R_1$ と基準抵抗器 $R_0$ との接続点における電圧は、出力電圧 $V_{out}$ として帰還回路40に供給される。また、抵抗器 $R_n$ にて抵抗器 $R_{n-1}$ が接続されていない一端は、接地されている。

【0029】図1に戻って、帰還回路40は、受光回路39の出力信号を所定のループゲインで増幅する増幅器等を備えて構成され、アンプ部20及びスピーカ部30による非線形歪の大きさに対応する誤差信号を生成して、アンプ部20に帰還するためのものである。例えば、帰還回路40は、信号源10からの入力信号に対するスピーカ部30の理想的な応答を求めると共に、受光回路39の出力信号における位相を反転したものなどから、実際のスピーカ部30の応答を特定する。帰還回路40は、スピーカ部30の理想的な応答と実際の応答との誤差を増幅することにより、非線形歪の大きさに対応する電圧を有する誤差信号を生成する。

【0030】以下に、上記構成を有するスピーカシステム1の動作を説明する。このスピーカシステム1は、発光素子38がキャップ36の内面に照射した光を受光回路39で検出することにより、アンプ部20及びスピーカ部30による非線形歪を特定して補償（補正）することができるシステムである。

【0031】アンプ部20は、所定の信号源10から送

られてくる入力信号を増幅するなどして、スピーカ部 30 を駆動するための信号を生成し、スピーカ部 30 に供給する。

【0032】アンプ部 20 にて増幅された入力信号がスピーカ部 30 に供給されると、ボイスコイル 37 に働く電磁力により振動板 32 が振動変位方向である x 方向に駆動され、音声を出力する。このとき、振動板 32 の中央部に嵌合されたキャップ 36 の位置も、振動板 32 と共に変動する。

【0033】発光素子 38 の発する光は、キャップ 36 の内面で反射されて受光回路 39 に照射され、振動板 32 の位置に対応する出力電圧  $V_{out}$  が生成される。受光回路 39 により生成された出力電圧  $V_{out}$  を有する信号は、帰還回路 40 に供給される。

【0034】ここで、図 4 に示すように、キャップ 36 は、例えばその内面が略半球状に形成されており、x 方向への移動に伴って、受光回路 39 における反射光の照射位置が移動する。これにより、受光回路 39 において、キャップ 36 の x 方向への振動が、x' 方向における反射光の照射位置の振動として検出される。

【0035】反射光の照射位置が移動すると、複数の光検出器  $Q_1 \sim Q_n$  のうちで導通するものが切り替わり、受光回路 39 からの出力電圧  $V_{out}$  が変化する。例えば、図 4 に示すように、振動板 32 が、振動変位方向である x 方向で最も後方となる  $A_1$  の位置にある場合、キャップ 36 の内面による反射光は、光検出器  $Q_1$  に照射される。また、振動板 32 が、x 方向で最も前方となる  $A_2$  の位置にある場合、キャップ 36 の内面による反射光は、光検出器  $Q_n$  に照射される。

【0036】光検出器  $Q_1$  に反射光が照射されると、光検出器  $Q_1$  が導通するため、抵抗器  $R_1$  と基準抵抗器  $R_0$  との接続点が、ほぼ接地状態となる。他方、光検出器  $Q_n$  に反射光が照射されると、光検出器  $Q_n$  が導通するため、出力電圧  $V_{out}$  は、基準抵抗器  $R_0$  と、直列接続された抵抗器  $R_1 \sim R_{n-1}$  とにより、直流電圧源  $V_{DD}$  の電圧を分圧したものとほぼ等しくなる。このようにして、受光回路 39 は、振動板 32 の位置に対応する大きさの電圧を有する電気信号を生成して、帰還回路 40 に供給する。

【0037】ここで、発光素子 38 からの光を反射させるキャップ 36 の内面の形状、各光検出器  $Q_1 \sim Q_n$  の設置位置、基準抵抗器  $R_0$  及び各抵抗器  $R_1 \sim R_n$  の抵抗値等を適切に設定することにより、受光回路 39 において反射光の照射位置が x' 方向に移動した変位量と、受光回路 39 の出力電圧  $V_{out}$  との関係を、例えば図 5 に示すような負の線形性を有する関係とすることができる。これにより、スピーカ部 30 の出力（振動板 32 の位置）と受光回路 39 の出力電圧  $V_{out}$  との間で、リニアリティを確保して、アンプ部 20 及びスピーカ部 30 にて生じた非線形歪を検出することができる。

【0038】受光回路 39 からの信号を受けた帰還回路 40 は、その信号を所定の増幅率で増幅するなどして非線形歪の大きさに対応する誤差信号を生成し、アンプ部 20 に帰還させる。アンプ部 20 は、帰還回路 40 から受けた誤差信号と、信号源 10 からの入力信号との差分をとるなどして、スピーカ部 30 に供給する信号を補正する。これにより、アンプ部 20 及びスピーカ部 30 にて生じた非線形歪を適切に検出して補正することができ、高いリニアリティを得ることができる。

【0039】以上説明したように、本発明の実施の形態によれば、スピーカ部 30 の出力（振動板 32 の位置）を、発光素子 38 と受光回路 39 とを用いて検出する。検出結果である、受光回路 39 の出力電圧とスピーカ部 30 の出力とは、良好な線形性を有する関係にある。帰還回路 40 は、受光回路 39 からの出力信号を用いて非線形歪の大きさを示す誤差信号を特定し、アンプ部 20 に供給する。アンプ部 20 は、帰還回路 40 から受けた誤差信号に基づいて、スピーカ部 30 に供給する信号を補正することにより、信号源 10 からの入力信号とスピーカ部 30 の出力との間のリニアリティを、精度よく確保することが可能となる。非線形歪を光により検出することから、配置された環境に発生するノイズを検出することもない。

【0040】また、発光素子 38 及び受光回路 39 は、いずれもセンターポール 35 に保持されていることから、スピーカ部 30 にて音波を放射するための振動系（例えば、振動板 32 やキャップ 36 等）の重量が増大することはない。従って、スピーカ部 30 の特性を悪化させることなく、非線形歪の大きさを検出することができる。

【0041】上記実施の形態では、受光回路 39 において反射光の照射位置を検出することにより、振動板 32 の位置を検出したが、これに限定されず、例えば反射光の強度から振動板 32 の位置を検出するようにしてもよい。以下、反射光の強度から振動板 32 の位置を検出するスピーカシステム 1 の変形例について説明する。

【0042】例えば、図 2 中の発光素子 38 と受光回路 39 との代わりに、発光受光素子 51 をセンターポール 35 の中央に配置する。発光受光素子 51 は、例えば、円柱状の外形を有し、中心部分に受光素子、外周部分に発光素子がそれぞれ配置される。

【0043】図 6 に示すように、アンプ部 20 からスピーカ部 30 に供給された信号に従って、振動板 32 が振動変位方向である x 方向に移動（振動）すると、振動板 32 の中央部に嵌合されたキャップ 36 の位置も変動する。この変形例では、キャップ 36 が x 方向に振動しても、発光受光素子 51 の受光素子が、一定の位置で反射光を検出する。

【0044】ここで、キャップ 36 の内面は、発光受光素子 51 の発光素子により照射された光を拡散するため

の形状を有している。このため、発光受光素子51の受光素子に照射される反射光の照射面積は、図7に示すように、キャップ36即ち振動板32のx方向への移動に伴って増加又は減少する。従って、発光受光素子51の中心部分に設けられて所定の受光面積を有する受光素子に入射する反射光の光量が、キャップ36の位置に対応して変化することになる。

【0045】そこで、発光受光素子51の受光素子として、図8に示すように、フォトトランジスタ等からなる光検出器Q1と抵抗器Rとを直列に接続した受光回路を設ける。このようにすれば、図9に示すように、発光受光素子51の出力電圧 $V_{out}$ は、発光受光素子51の受光面における反射光スポットの半径 $x'$ に対して、正の線形性を有する。

【0046】この場合、帰還回路40は、この出力電圧 $V_{out}$ をスピーカ部30の出力信号として受信し、その位相を反転させることなく増幅するなどして誤差信号を生成し、アンプ部20の反転入力端に供給して、帰還させる。なお、ここで説明した以外の構成要素及びその動作は、上記実施の形態において説明したものと同様である。

【0047】以上説明したように、この変形例によれば、上記実施の形態と比較して、より簡単な受光回路によりスピーカ部30の出力（振動板32の位置）を検出することができる。また、受光回路の出力電圧 $V_{out}$ が振動板32の位置に対して正の線形性を有するので、帰還回路40は、受光回路からの出力信号における位相を反転させる必要がなく、より簡単な構成で非線形歪を検出することができる。

【0048】本発明は、上記実施の形態に限定されず、様々な変形及び応用が可能である。例えば、上記実施の形態では、光検出器Q1～Qnがフォトトランジスタであるものとして説明したが、例えば、フォトダイオード等の他の光検出デバイスであってもよい。

【0049】上記実施の形態では、振動板32の中央部に設けられた孔に嵌合されるキャップ36の内面にて、発光素子38から出射された光を反射するものとして説明したが、これに限定されない。すなわち、例えば振動板32の中央部付近などといった、振動板32の位置を検出しやすい箇所に、鏡面処理を施した部位を設けるなどして、発光素子38から出射された光を反射するようにしてもよい。

【0050】

【発明の効果】本発明によれば、高いリニアリティを得ることができるスピーカシステム等を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るスピーカシステムの全体構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態に係るスピーカ部の概略構造を示す断面図である。

10 【図3】本発明の実施の形態に係る受光回路の構成の一例を示す図である。

【図4】振動板の振動に伴う光の検出原理を説明するための図である。

【図5】反射光の照射位置と受光回路の出力電圧との関係を示す図である。

【図6】本発明の変形例に係る発光受光素子での振動板の振動に伴う光の検出原理を説明するための図である。

【図7】本発明の変形例に係る発光受光素子で受光する光の照射面積の変化を示す図である。

20 【図8】本発明の変形例に係る発光受光素子の構成の一例を示す図である。

【図9】反射光スポットの半径と発光受光素子の出力電圧との関係を示す図である。

【図10】従来のスピーカシステムの構成例を示すブロック図である。

【図11】従来のスピーカシステムの他の構成例を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 スピーカシステム

30 10 信号源

20 アンプ部

30 スピーカ部

31 フレーム

32 振動板

33 ダンパ

34 磁石

35 センターポール

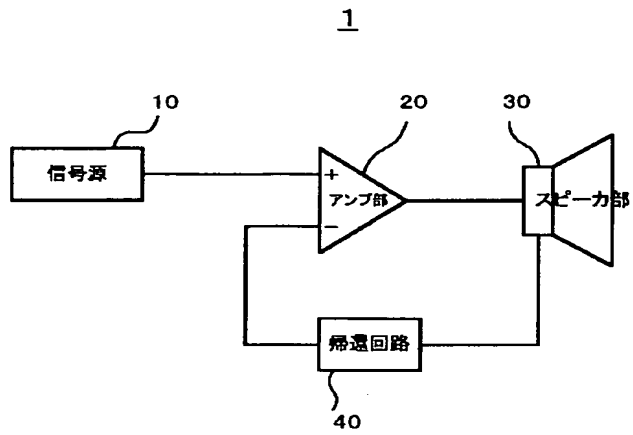
36 キャップ

37 ボイスコイル

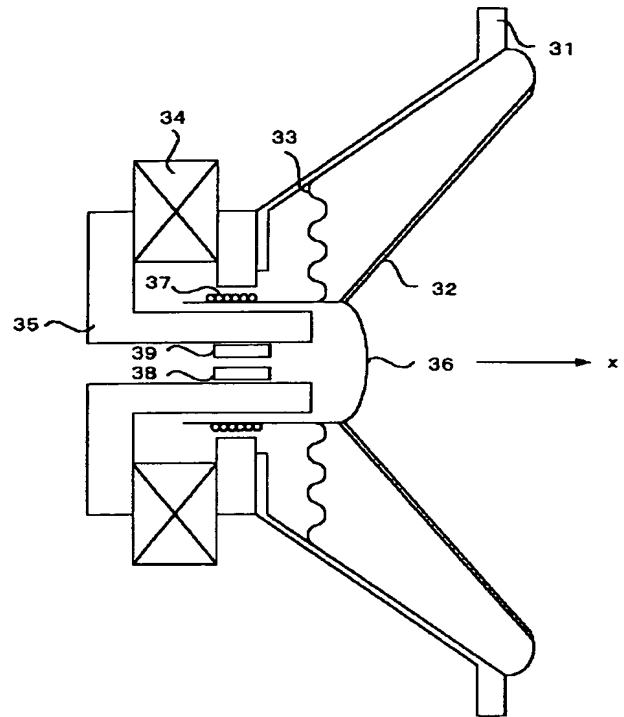
40 38 発光素子

39 受光回路

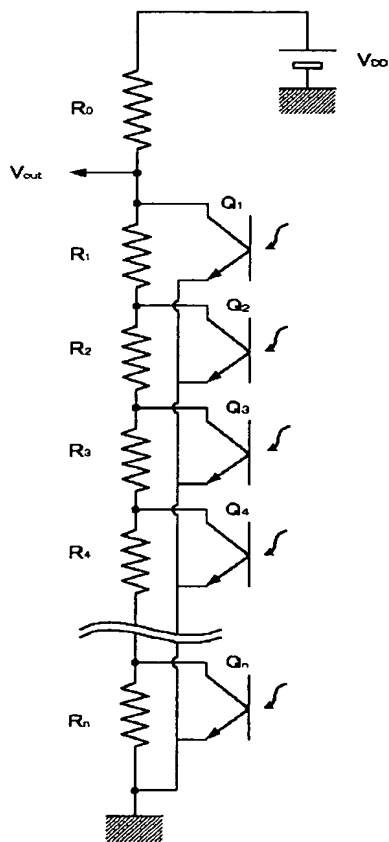
【図1】



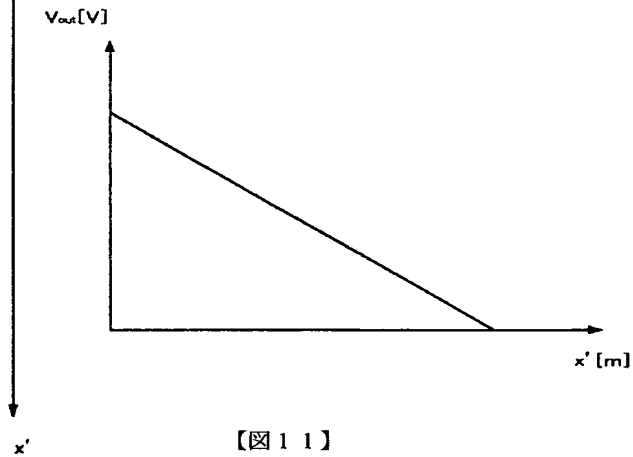
【図2】



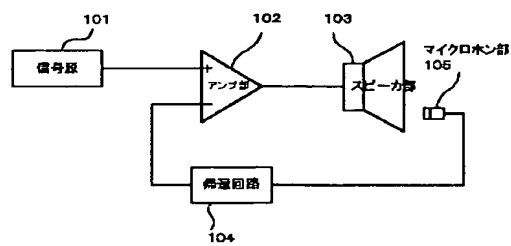
【図3】



【図5】

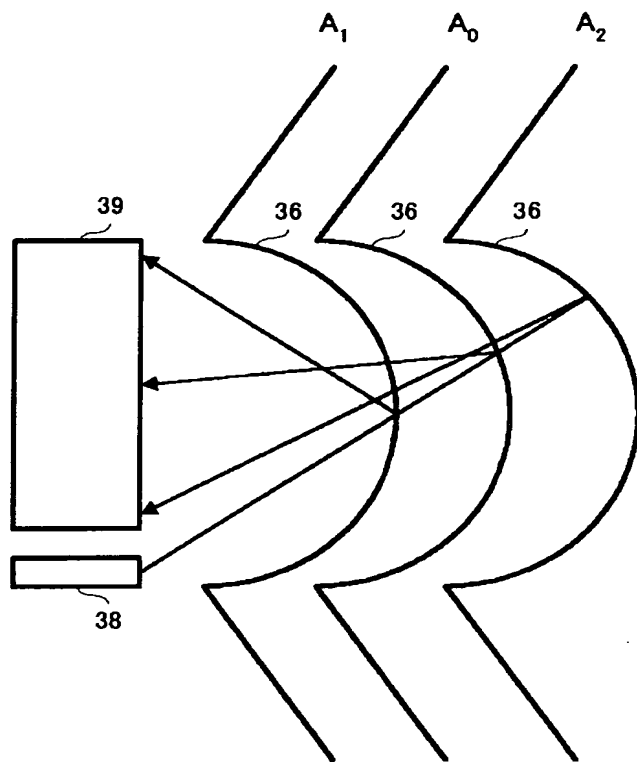


【図11】

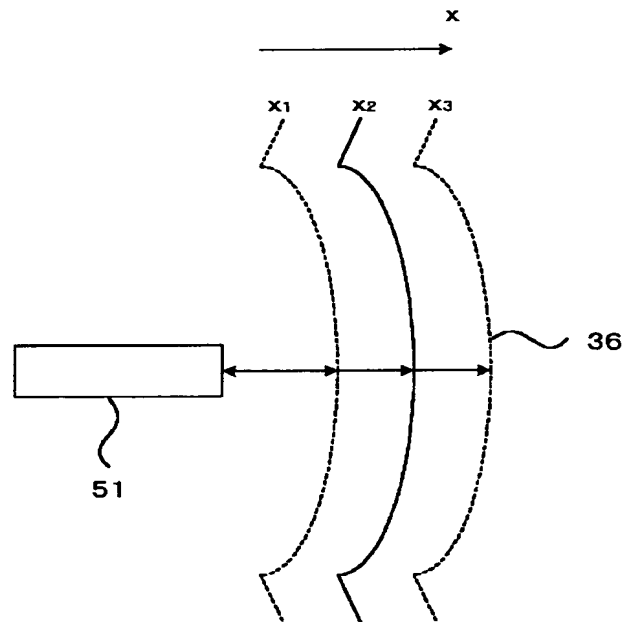




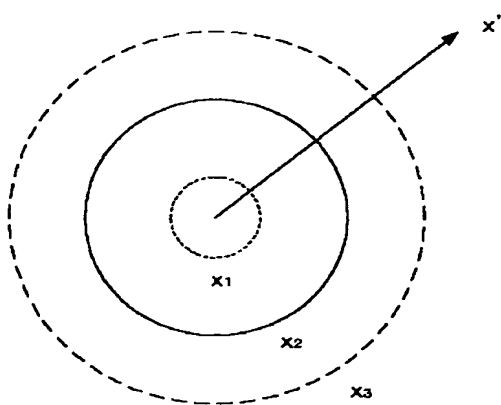
【図4】



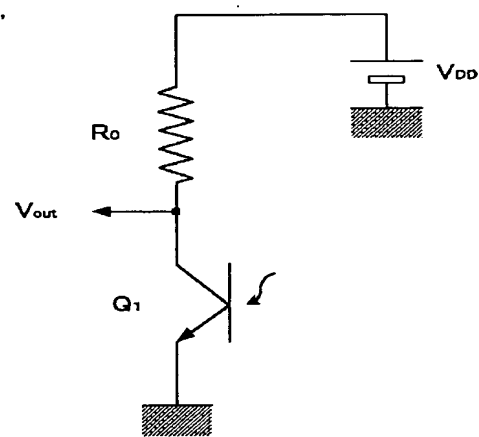
【図6】



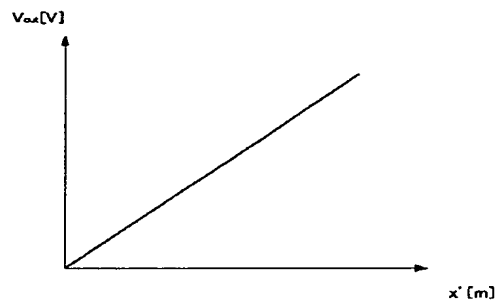
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

